LA SICUREZZA E LA SALUTE SUL LAVORO cominciamo a SCUOLA

I RISCHI FISICI - RADIAZIONI

LE FONTI DEI RISCHI FISICI

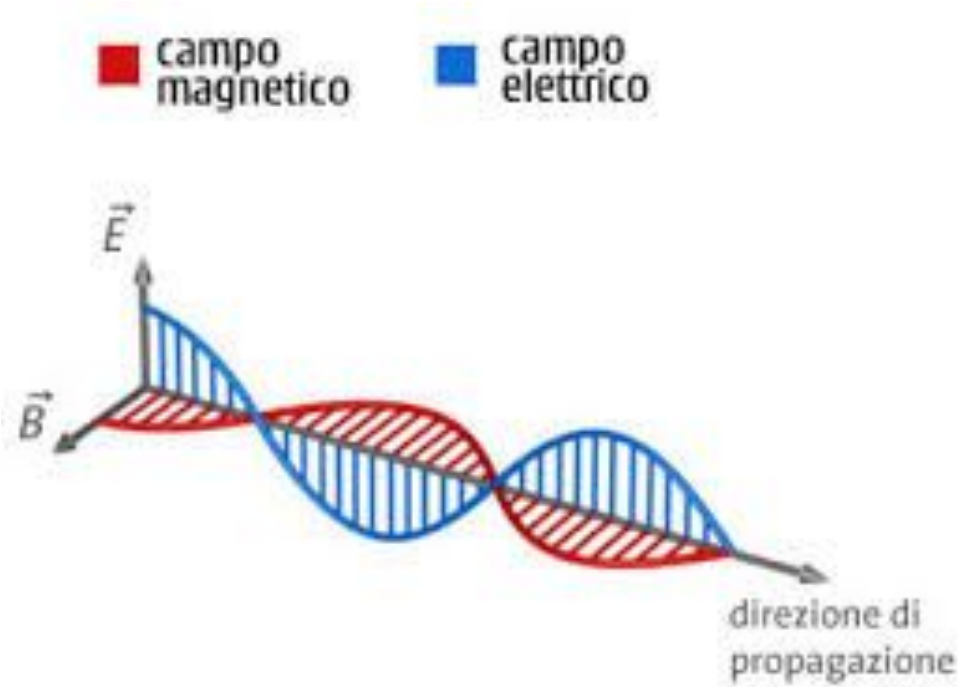
- Rumore
- Vibrazioni meccaniche
- Microclima
- Campi elettromagnetici
- Radiazioni ottiche, di origine artificiale
- Ultrasuoni e infrasuoni
- Atmosfere iperbariche

I CAMPI ELETTROMAGNETICI

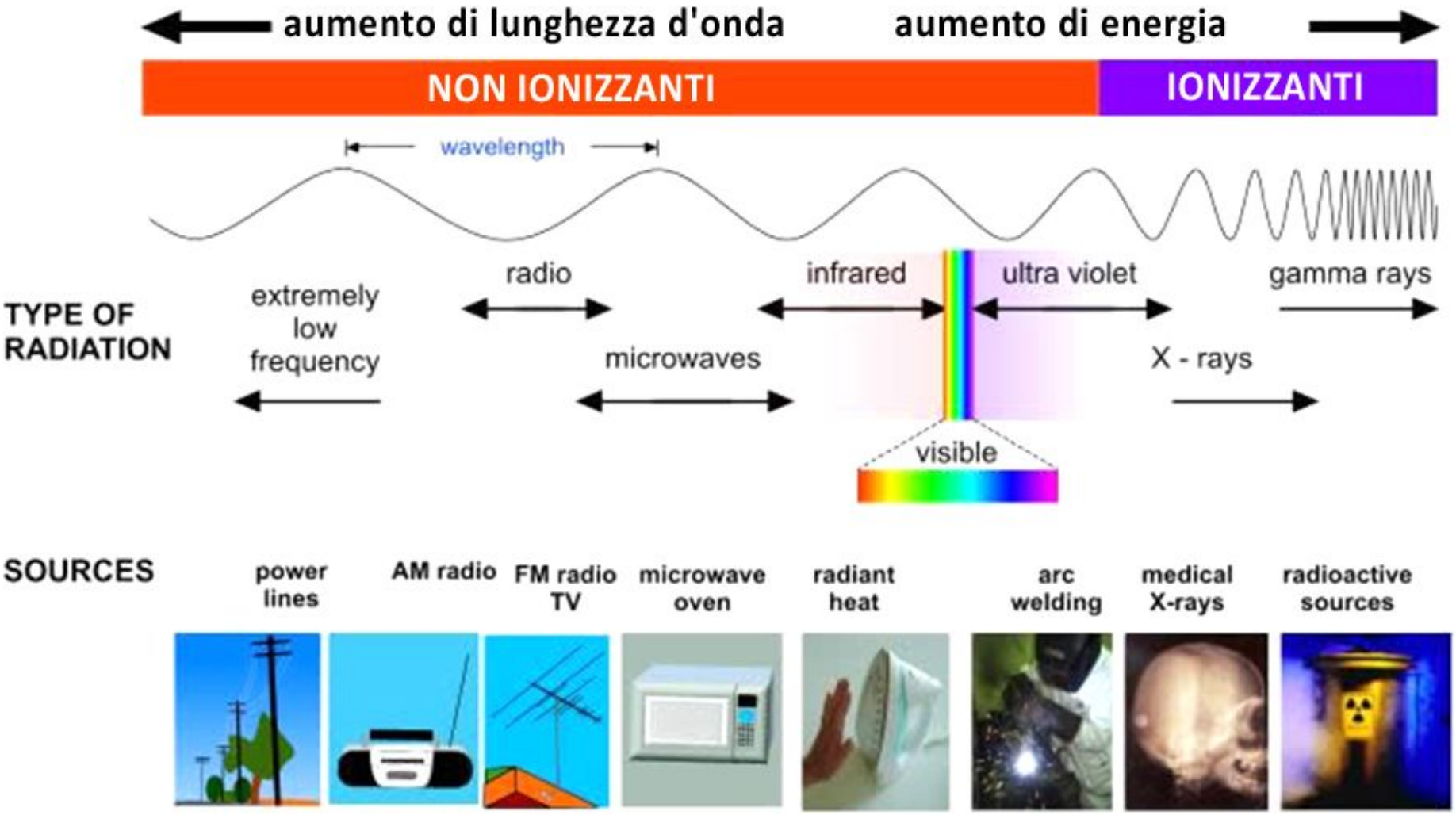
IL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Costituito dalla combinazione di un campo elettrico e di un campo magnetico, è generato localmente da qualunque carica elettrica variabile nel tempo e si propaga sotto forma di onde elettromagnetiche.

Le diverse frequenze (numero di oscillazioni al secondo) e lunghezze d'onda (la distanza massima tra due oscillazioni) costituiscono lo **spettro elettromagnetico**.



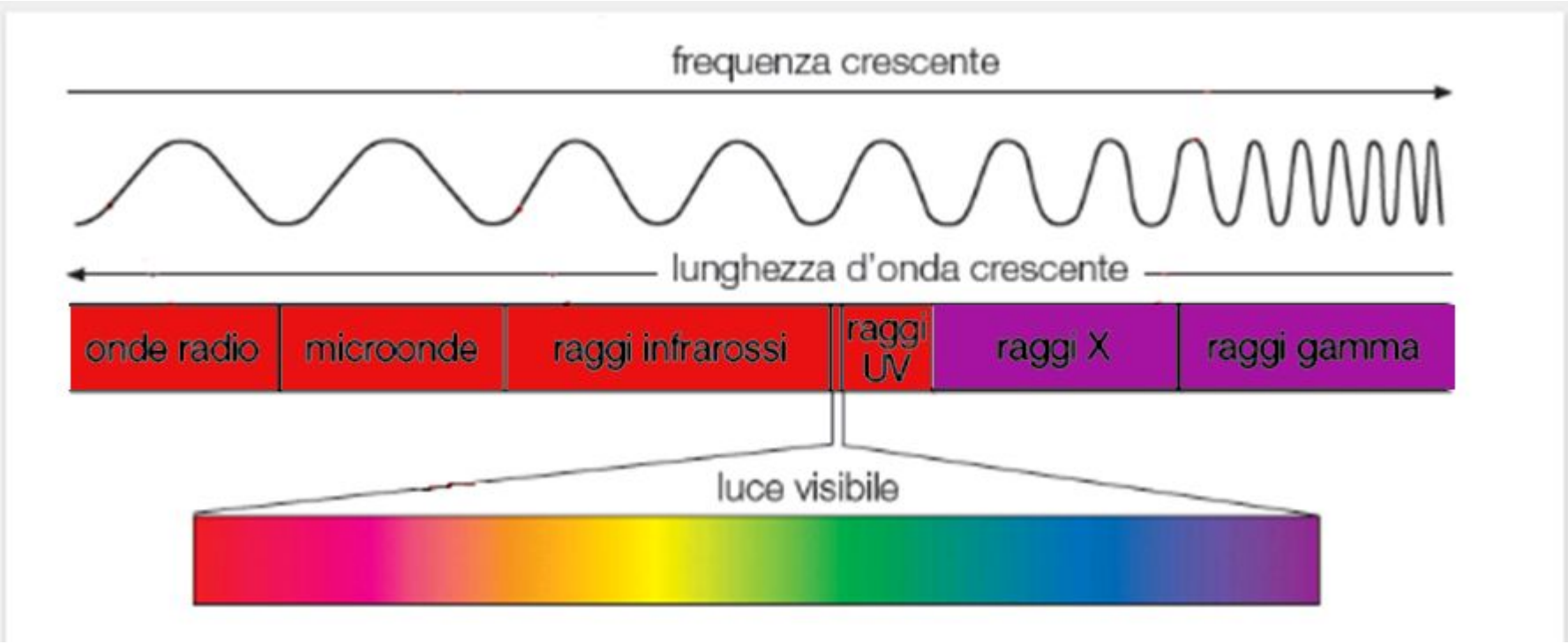
LO SPETTRO ELETTROMAGNETICO



LO SPETTRO ELETTROMAGNETICO

E' DIVISO IN

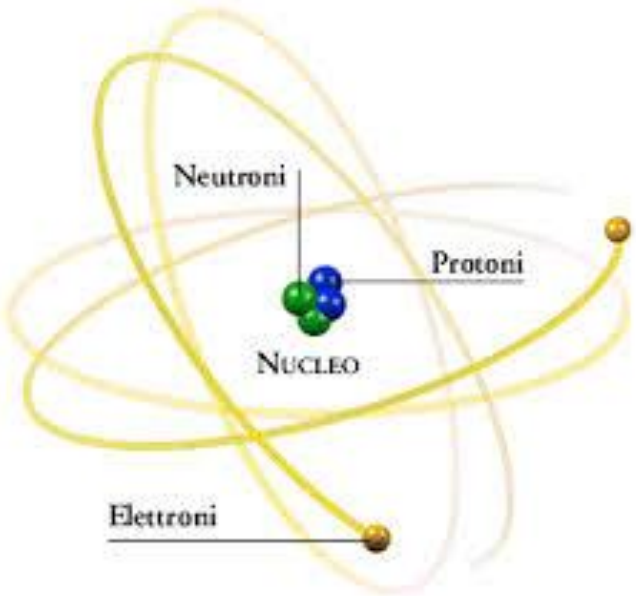
- **RADIAZIONI IONIZZANTI**
- **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

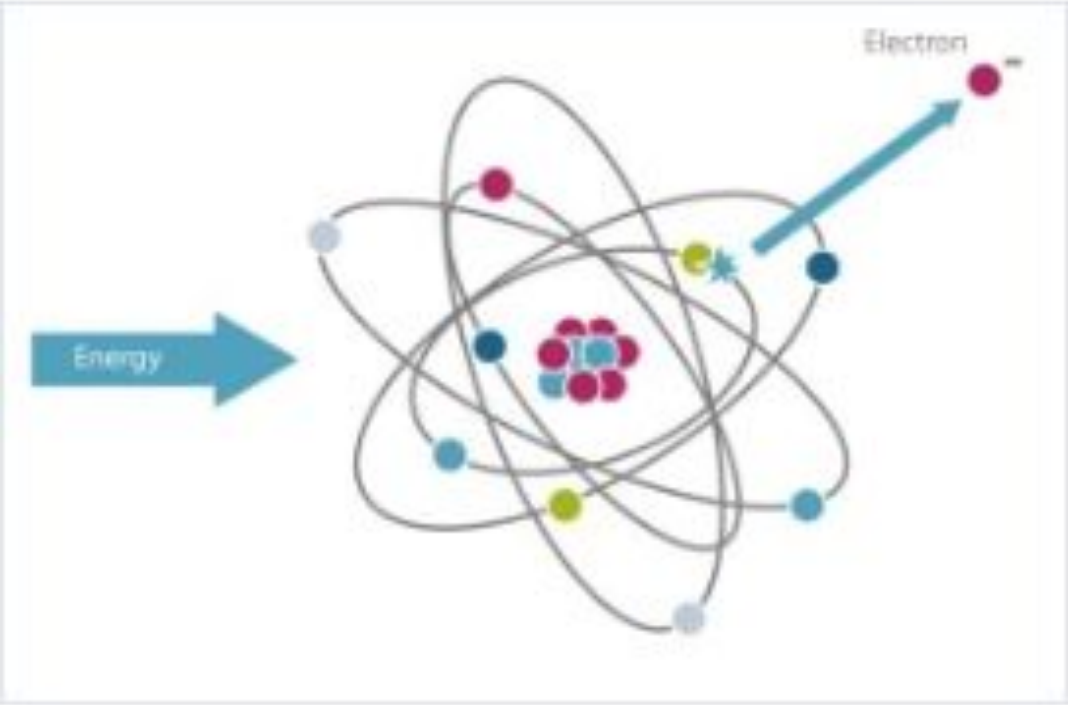


LE RADIAZIONI IONIZZANTI

LE RADIAZIONI IONIZZANTI

Sono quelle radiazioni che producono ionizzazione (formazione di una coppia di ioni) nei materiali che attraversano.

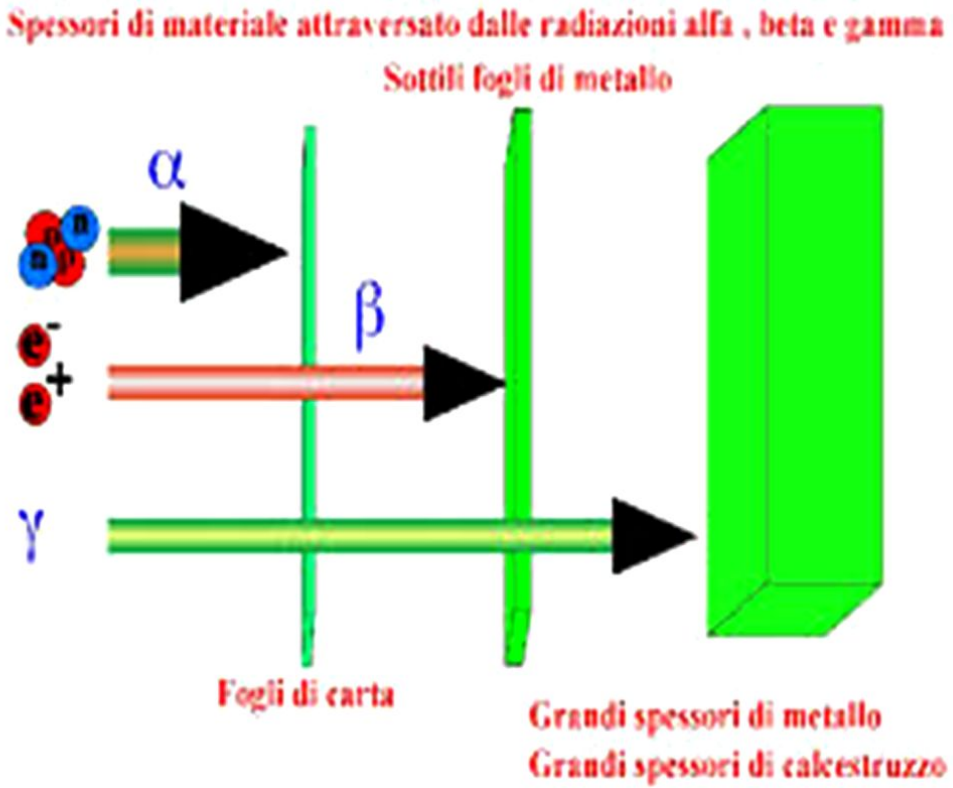




LE RADIAZIONI IONIZZANTI

Nello spettro elettromagnetico, nella parte con più alte frequenze ed elevati livelli energetici, si collocano:
i Raggi X e i Raggi gamma.

Si tratta di radiazioni dotate di energia sufficiente a ionizzare atomi e molecole e di un'elevata penetrazione nella materia vivente.



LE RADIAZIONI IONIZZANTI: Effetti sull'individuo e i suoi discendenti

- **Immediati sull'individuo** (es. lesioni della cute, dell'apparato digerente, alterazione delle cellule del sangue)
- **Tardivi sull'individuo** (es. tumori)
- **Ereditari** (es. sterilità)
- **Da irradiazione dell'embrione e del feto** (es. malformazioni).

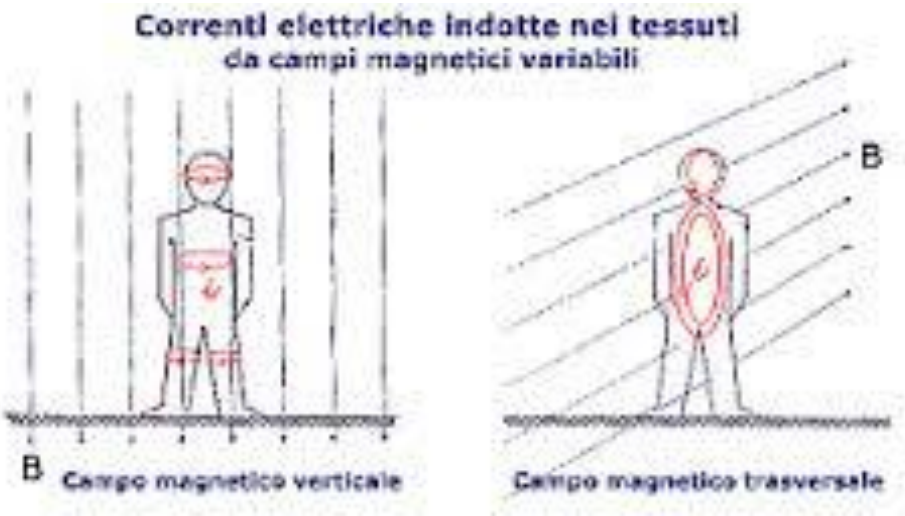
LE RADIAZIONI NON IONIZZANTI

EFFETTI DIRETTI dei campi elettromagnetici (EM)

Sono il risultato di un'interazione diretta dei campi EM con il corpo umano.

Sono causati da:

- induzione di correnti nei tessuti elettricamente stimolabili
- cessione di energia con rialzo termico.

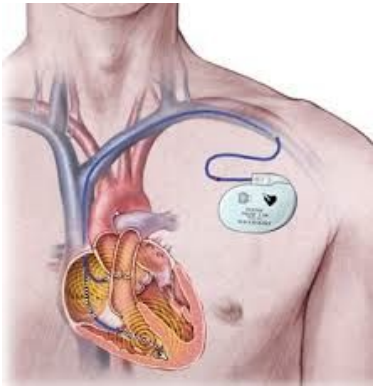


EFFETTI INDIRETTI dei campi elettromagnetici

Dovuti a:

- correnti di contatto, che si manifestano quando il corpo umano viene in contatto con un oggetto a diverso potenziale elettrico e possono indurre effetti quali **percezioni dolorose, contrazioni muscolari, ustioni;**

- accoppiamento del campo elettromagnetico con dispositivi elettromedicali (compresi stimolatori cardiaci) e altri dispositivi impiantati o portati dal soggetto esposto.



LE RADIAZIONI NON IONIZZANTI SONO SUDDIVISE IN:

OTTICHE (300 GHZ - $3X10^4$ THZ)

- LE RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE, LA LUCE VISIBILE E LA RADIAZIONE INFRAROSSA.

NON OTTICHE (0 HZ – 300 GHZ).

- MICROONDE (MW: MICROWAVE),
- LE RADIOFREQUENZE (RF: RADIOFREQUENCY),
- I CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA
- CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STATICI.

LE RADIAZIONI OTTICHE

LE RADIAZIONI OTTICHE

SI SUDDIVIDONO IN:

1) RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE: (LUNGHEZZA D'ONDA COMPRESA TRA 100 E 400 NM).
LA BANDA DEGLI ULTRAVIOLETTI È SUDDIVISA IN UVA (315-400 NM), UVB (280-315 NM) E UVC (100-280 NM);

2) RADIAZIONI VISIBILI : A LUNGHEZZA D'ONDA COMPRESA TRA 380 E 780 NM;

3) RADIAZIONI INFRAROSSE: LUNGHEZZA D'ONDA COMPRESA TRA 780 NM E 1 MM.
LA REGIONE DEGLI INFRAROSSI È SUDDIVISA IN IRA (780-1400 NM), IRB (1400-3000 NM) E IRC (3000 NM-1 MM);

LE RADIAZIONI OTTICHE

In natura le radiazioni ottiche (RO) sono presenti nelle radiazioni solari.

Esistono anche sorgenti artificiali (ROA) di radiazioni ottiche , quali ad esempio: le lampade da illuminazione, l'arco elettrico, le lampade germicide, i corpi incandescenti prodotti in metallurgia e nella lavorazione del vetro.

ESEMPI DI ESPOSIZIONE

SORGENTE	POSSIBILITA' DI SOVRAESPOSIZIONE	NOTE
Arco elettrico (saldatura elettrica)	Molto elevata	Le saldature ad arco elettrico (tranne quelle a gas) possono superare i valori limite previsti per la radiazione UV per tempi di esposizione dell'ordine delle decine di secondi a distanza di un metro dall'arco. Rischio di sovraesposizione per lavoratori, persone presenti e di passaggio in assenza di adeguate precauzioni tecnico-organizzative
Lampade germicide per sterilizzazione e disinfezione	Elevata	Gli UV emessi dalle lampade sono utilizzati per sterilizzare aree di lavoro e locali in ospedali, industrie alimentari e laboratori

ESEMPI DI ESPOSIZIONE

SORGENTE	POSSIBILITA' DI SOVRAESPOSIZIONE	NOTE
Lampade abbronzanti	Media – Elevata	Le sorgenti utilizzate in ambito estetico per l'abbronzatura possono emettere sia UVA che UVB, i cui contributi relativi variano a seconda della loro tipologia. Queste sorgenti superano i limiti per i lavoratori per esposizioni dell'ordine dei minuti.
Corpi incandescenti quali metallo o vetro fuso, ad esempio nei crogiuoli dei forni di fusione con corpo incandescente a vista e loro lavorazione	Elevata–Molto elevata	Nel corso della colata e in prossimità dei crogiuoli le esposizioni a IRB-IRC possono superare i valori limite per tempi di esposizione dell'ordine di pochi secondi.

LE RADIAZIONI LASER

LASER (AMPLIFICAZIONE DI LUCE MEDIANTE EMISSIONE STIMOLATA DI RADIAZIONE): QUALSIASI DISPOSITIVO AL QUALE SI POSSA FAR PRODURRE O AMPLIFICARE LE RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE NELLA GAMMA DI LUNGHEZZE D'ONDA DELLE RADIAZIONI OTTICHE, SOPRATTUTTO MEDIANTE IL PROCESSO DI EMISSIONE STIMOLATA CONTROLLATA;

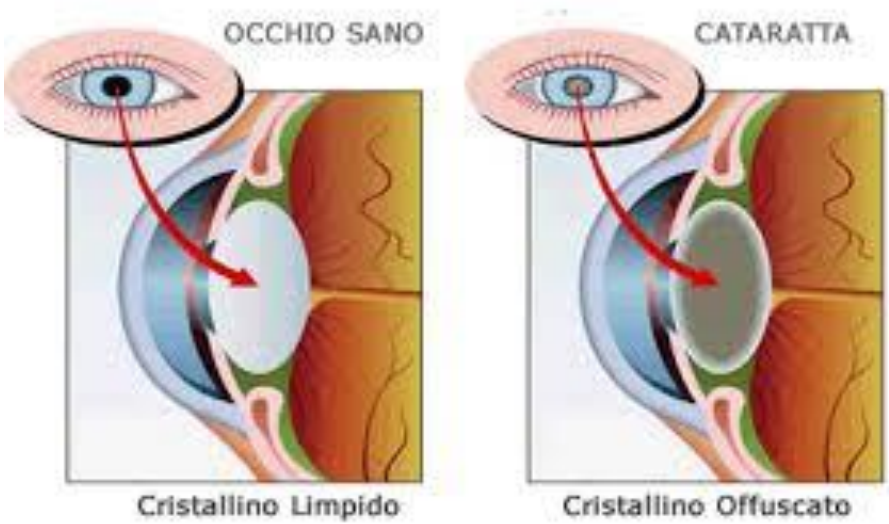
RADIAZIONE LASER: RADIAZIONE OTTICA PRODOTTA DA UN LASER;

RADIAZIONE INCOERENTE: QUALSIASI RADIAZIONE OTTICA DIVERSA DALLA RADIAZIONE LASER

le radiazioni ottiche: GLI EFFETTI

Possono dare effetti sulla salute a breve e a lungo termine a carico:

- della cute: scottature, tumori, reazioni da fotosensibilizzazione (esposizione a radiazione UV e contemporanea assunzione di alcuni composti chimici)
- dell'occhio: cataratta (opacità del cristallino), congiuntiviti, lesioni della retina.



Inoltre intense esposizioni a radiazioni UV deprimono il sistema immunitario a livello della cute (es. vescicole da herpes simplex alle labbra).

le radiazioni ottiche: GLI EFFETTI

A parità di esposizione il danno (tipo e gravità) dipende dalla lunghezza d'onda della radiazione.

Gli individui più a rischio sono quelli di carnagione bianca che presentano pelle ed occhi chiari.
in particolare, i biondi e i rossi di capelli con lentiggini e numerosi nei.

COMPARTI A RISCHIO

Settore agricolo/giardinieri

riparatori di tetti

asfaltatori

benzinai

operatori ecologici

parcheggiatori

bagnini/maestri di nuoto

vigili urbani

marinai

saldatori

LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Deve tener conto di:

- livello, gamma di lunghezze d'onda e durata della esposizione
- effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti dalle interazioni sul posto di lavoro tra le radiazioni ottiche e le sostanze chimiche foto-sensibilizzanti
- esistenza di attrezzature di lavoro alternative
- disponibilità di misure volte a minimizzare l'esposizione
- informazioni raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria
- informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro

LE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

- Adozione di metodi di lavoro e di attrezzature che causino una minore esposizione a rischio;
- Adozione di misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- Periodica manutenzione delle attrezzature di lavoro;
- Segnaletica di sicurezza;
- Individuazione e utilizzo di adeguati dispositivi di protezione individuale.

I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

Occhiali
Guanti
Protezioni facciali
Abbigliamento
Strutture per l'ombra
e schermi solari

OTTICHE (300 GHZ - $3X10^4$ THZ)

- LE RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE, LA LUCE VISIBILE E LA RADIAZIONE INFRAROSSA.

NON OTTICHE (0 HZ – 300 GHZ).

- MICROONDE (MW: MICROWAVE),
- LE RADIOFREQUENZE (RF: RADIOFREQUENCY),
- I CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA
- CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STATICI.

LE RADIAZIONI NON OTTICHE

LE RADIAZIONI NON OTTICHE

Sorgenti artificiali

Fino a 300 Hz	Campi elettrostatici
	Risonanza magnetica nucleare
	Elettrobisturi
	Treni e tram
	Linee di trasmissione e distribuzione
	Elettrodomestici
	Motori elettrici
	Saldature ad arco
	Magnetizzatori / smagnetizzatori ind.

LE RADIAZIONI NON OTTICHE

Sorgenti artificiali

Fino a 3 MHz	Riscaldamento a induzione
Fino a 30 MHz	CB
	Strumenti per diatermie e ipertermia
	Riscaldamento dielettrico
Fino a 300 MHz	Risonanza magnetica nucleare
Fino a 3 GHz	Telecomunicazioni cellulari (GSM, 3G..)
	Riscaldamento a microonde (anche forni)
	Controllo del traffico areo
	Bluetooth
Fino a 30 GHz	Collegamenti microonde
	Collegamenti satellitari
	Reti wireless LAN
Fino a 300 GHz	Radar

LE RADIAZIONI NON OTTICHE

Le onde elettromagnetiche si propagano nel vuoto con velocità $C = 3x\ 10^8$ m/s, cioè con la velocità della luce e senza dispersione di energia.

In ogni altro mezzo la propagazione avviene a velocità inferiore e con dispersione di energia.

Nelle sostanze biologiche e i tessuti umani, la profondità di penetrazione diminuisce e l'assorbimento aumenta in funzione della frequenza del campo elettromagnetico e della percentuale di acqua nei tessuti.

LE RADIOFREQUENZE (300 kHz-300 GHz)

Sono le radiazioni non ionizzanti più studiate, per le quali è stata definita anche una unità di misura della esposizione (SAR), utile a quantificare l'assorbimento di energia elettromagnetica da parte dell'organismo.

L'interazione delle radiofrequenze con il corpo umano non è omogenea, date le diverse strutture di cui è composto (cute, tessuto adiposo, muscoli, ossa) con assorbimenti particolarmente elevati in sedi specifiche e conseguente aumento della temperatura locale.

le radiofrequenze: GLI EFFETTI SULLA SALUTE

- **Effetti acuti di natura termica**: l'esposizione a dosi rilevanti genera un aumento delle temperatura interna all'organismo che causa danni agli organi più sensibili al calore, e cioè al cristallino (cataratta) e ai testicoli (sterilità).
- **Effetti cronici per bassi livelli di esposizione**: solo alcuni studi hanno dimostrato effetti sul sistema nervoso e sull'apparato cardiocircolatorio.
- **Presunti effetti ritardati di natura tumorale**: non esistono dati scientifici sufficienti per considerare le RF potenzialmente cancerogene per l'uomo.

le radiofrequenze: ATTIVITA' A RISCHIO

-Saldatura e stampaggio della plastica
- incollaggio rapido del legno
- saldatura, tempera e fusione di materiali metallici
- addetti alle apparecchiature per radar e marconiterapia impiegate in diatermia

Esiste inoltre una esposizione generalizzata alle RF per il loro utilizzo nelle radiotelecomunicazioni.

CAMPI ELETTROMAGNETICI A FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE

Si identificano con i campi EM con frequenza tra 30-300 Hz.

La frequenza più studiata per gli effetti sanitari delle linee di alta tensione in Italia è 50 Hz.

OTTICHE (300 GHZ - $3X10^4$ THZ)

- LE RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE, LA LUCE VISIBILE E LA RADIAZIONE INFRAROSSA.

NON OTTICHE (0 HZ – 300 GHZ).

- MICROONDE (MW: MICROWAVE),
- LE RADIOFREQUENZE (RF: RADIOFREQUENCY),
- I CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA
- CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STATICI.

le radiazioni non ottiche
LE MISURE DI PREVENZIONE

- Adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- Scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore;
- Misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, ad esempio schermature;
- Adozione di opportune distanze dal punto di emissione

LE RADIAZIONI NON OTTICHE
Le misure di prevenzione

- Adeguata progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- Appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- Limitazione della durata e dell’intensità dell’esposizione;
- Disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale
- Segnaletica

ULTRASUONI E INFRASUONI

LA SOGLIA DI UDIBILITA’

Mediamente l’uomo è in grado di udire suoni la cui frequenza è compresa dai

20 ai 20.000 Hz

GLI INFRASUONI

Gli infrasuoni:

- sono onde sonore con **FREQUENZA INFERIORE a 20 Hz**

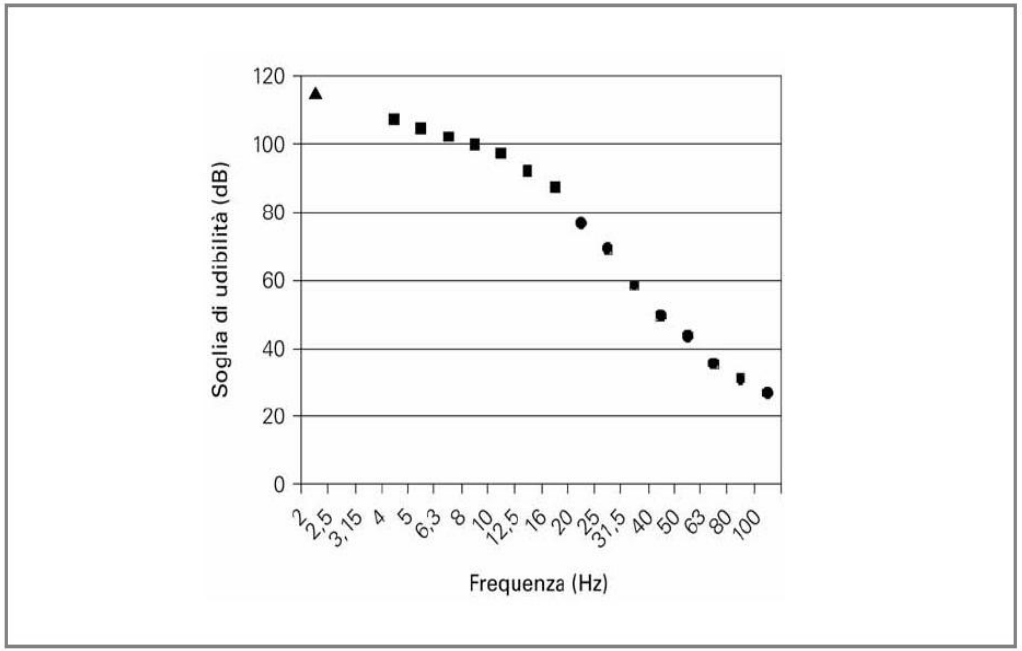
- possono essere prodotti da fenomeni naturali (ad esempio i terremoti, le eruzioni vulcaniche, i tuoni, il vento), oppure da fonti artificiali (il traffico stradale, gli aerei, le fabbriche).

Sono caratterizzati dalla capacità di propagarsi su lunghe distanze.

GLI INFRASUONI E LORO UDIBILITA'

Gli infrasuoni possono essere udibili, in quanto l'apparato uditivo è in grado di percepire onde di bassa frequenza se di intensità opportunamente elevato.

FIGURA 1



La soglia di udibilità è infatti di circa 77 dB a 20 Hz, sale a 92 dB a 12,5 Hz e raggiunge 102 dB a 6,3 Hz.

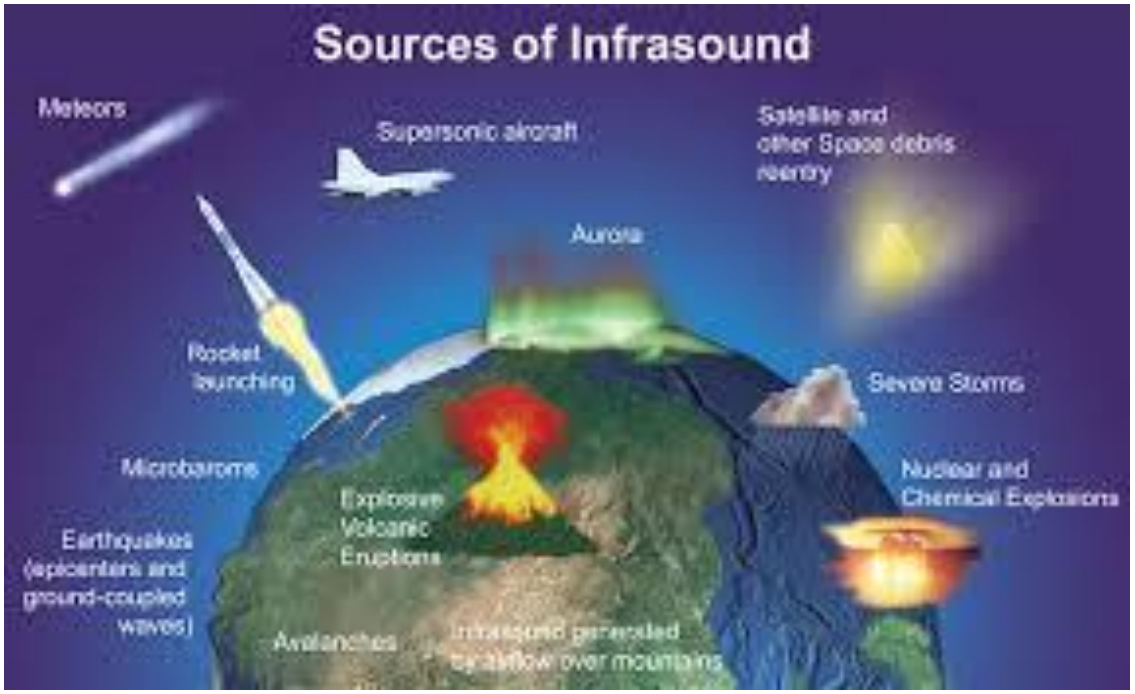
TABELLA 1

Frequenza (Hz)	Soglia uditiva (dB)	Frequenza (Hz)	Soglia uditiva (dB)
2	115	20	76,7
4	107,1	25	69,3
5	104,5	31,5	58,3
6,3	102,0	40	49,5
8	99,8	50	43,6
10	97,2	63	35,5
2,5	91,9	80	31,1
16	87,5	100	26,9

gli infrasuoni
EFFETTI SULL'UOMO

Gli infrasuoni possono essere causa di ansia e tristezza, brividi e impercettibili spostamenti d'aria.

Gli infrasuoni prodotti dai condizionatori e dagli aerei provocano vertigini, nausea e mal di testa.



gli infrasuoni
MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Essenziali sono gli **INTERVENTI ALLA FONTE** in quanto:

- Gli infrasuoni risultano molto difficili da attenuare con mezzi passivi (schermi fonoisolanti/fonoassorbenti)

- Cuffie e DPI in genere sono modesti assorbitori di infrasuoni.

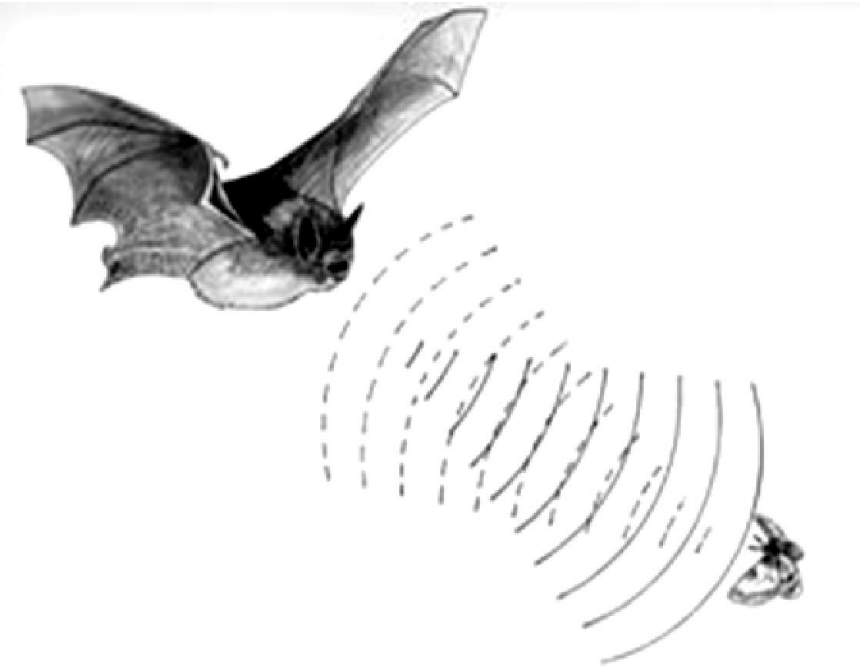
Le strutture porose sottili di cui sono dotati i DPI smorzano parzialmente le onde sonore di lunghezza d'onda molto grande.

ULTRASUONI

Sono onde sonore con frequenza superiore a 20.000 Hz.

Nei settori industriale, sanitario e artigianale (ecografie, controlli non distruttivi) la frequenza degli ultrasuoni è essenzialmente compresa tra 20 kHz e 50 kHz: essa è quindi pari o superiore al limite superiore di udibilità dell'orecchio umano.

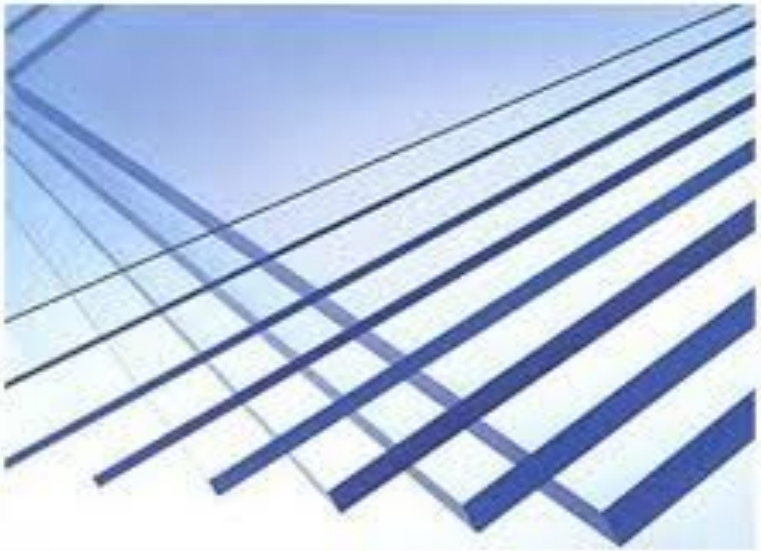
In natura delfini e balene li usano per comunicare tra loro, mentre i pipistrelli li usano per vedere gli ostacoli mentre volano di notte.

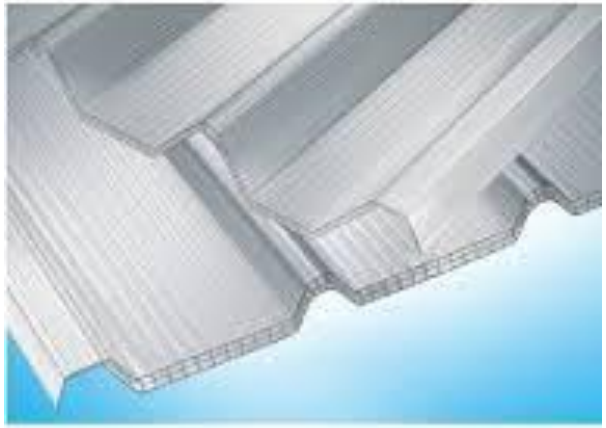


ULTRASUONI
MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

- Cabine o schermi. Per quanto riguarda i materiali, ottimi risultati si sono ottenuti con lastre trasparenti di policarbonato di spessore pari a 5 mm.

- Dispositivi individuali di protezione uditiva (inserti, cuffie)





ATMOSFERE IPERBARICHE

atmosfere iperbariche: ESPOSIZIONE

- operazioni in immersione subacquea (in apnea, con sistema di respirazione autonomo, con sistemi di respirazione collegati alla superficie o con sistemi di respirazione collegati ad habitat iperbarico) Es. subacquei

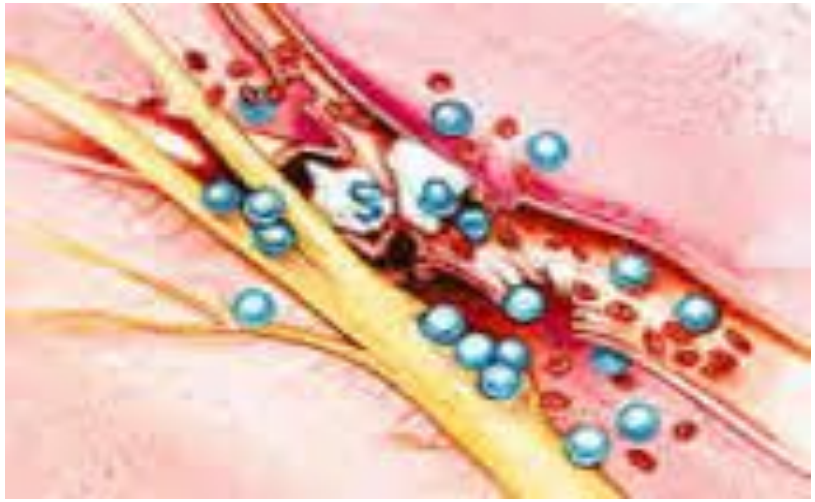
- operazioni in ambiente iperbarico a secco (attività in tunnel o cassoni ad aria compressa ed attività in camere iperbariche) es. aviatori

atmosfere iperbariche: NORMATIVA

Hanno un riferimento normativo solo nel DPR 321/56 relativamente ai lavoratori che operano all'interno dei cassoni pressurizzati.
In tale decreto le procedure di decompressione sono rimaste alle conoscenze degli anni '50, mentre attualmente si sono molto evolute.

atmosfere iperbariche: I DANNI

Prima di esporsi ad atmosfere iperbariche è necessario prendere delle precauzioni per evitare le patologie da decompressione o PDD, cioè quelle patologie derivanti da una variazione (aumento o diminuzione) della pressione ambientale, come ad esempio nel caso di un'immersione subacquea.



La PDD include due patologie:

- la malattia da decompressione(MDD) causata da bolle di gas nei tessuti;
- la embolia gassosa arteriosa (EGA) causata da bolle di gas nel circolo sanguigno.

atmosfere iperbariche: VALUTAZIONE DEI RISCHI

La valutazione del rischio considera i dati della compressione a cui è esposto il lavoratore, (pressione relativa o assoluta, durata del lavoro e tipo di miscela respiratoria impiegata), l'attività che si vuole svolgere (attività fisica moderata, mediamente intensa o intensa).

Di conseguenza viene definita la procedura di decompressione che si intende adottare.

Schema dei Profili d'Immersioni Sperimentali							Saturazione dei tessuti veloci e grado di bolle dopo i differ. Profili d'immersione			
Profilo imm.	Prof. (m)	Tempo (min)	Velocità R. (m/min)	Stop 15 m.	Stop 6 m.	Tempo tot. risalita	tappe	Sat. Tessuti (min.) da 5 min.	Sat. Tessuti (min.) da 10 min.	grado di bolle BSI
1	25	25	10	0	0	2,5	no stop	61%	82%	7,34
2	25	25	3	0	0	8	no stop	48%	75%	8,79
3	25	25	18	0	5	6,5	6m/5min.	42%	60%	7,38
4	25	25	10	0	5	7,5	6m/5min.	43%	65%	5,23
5	25	25	3	0	5	13	6m/5min.	30%	60%	8,07
6	25	25	10	5	5	12,5	15+6m/5min.	25%	52%	1,76
7	25	25	18	5	5	11,5	15+6m/5min.	28%	55%	3,23

atmosfere iperbariche: MISURE DI PREVENZIONE

Adozione di eventuali misure, quali:

- camere di decompressione,
- presenza di medico iperbarico sul luogo,
- presenza del tecnico iperbarico per far funzionare la camera,
- possibilità di trasporto veloce presso un vicino centro iperbarico dotato di camera per la ricompressione terapeutica.

Maggiori sono le dotazioni di sicurezza più ampio può essere il margine di sicurezza della procedura di decompressione